

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 169 747 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
26.06.2002 Patentblatt 2002/26

(21) Anmeldenummer: **00925207.3**

(22) Anmeldetag: **13.04.2000**

(51) Int Cl.7: **H01P 7/04**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP00/03302

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/64001 (26.10.2000 Gazette 2000/43)

(54) **HOCHFREQUENZFILTER**

HIGH-FREQUENCY FILTER

FILTRE HAUTE FREQUENCE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **15.04.1999 DE 19917087**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.01.2002 Patentblatt 2002/02

(73) Patentinhaber: **Kathrein-Werke KG
83022 Rosenheim (DE)**

(72) Erfinder:
• **WEITZENBERGER, Wilhelm
D-84359 Simbach/Inn (DE)**
• **SCHWARZ, Heinz
D-83071 Stephanskirchen (DE)**

(74) Vertreter: **Flach, Dieter Dipl.-Phys. et al
Andrae Flach Haug
Adlzreiterstrasse 11
83022 Rosenheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 046 098 FR-A- 2 507 018
GB-A- 891 444 US-A- 3 443 244**

• **A.I. ZVEREV ET AL.: "REALIZATION OF A
FILTER WITH HELICAL COMPONENTS" IRE
TRANSACTIONS ON COMPONENT PARTS., Bd.
8, Nr. 3, September 1961 (1961-09), Seiten
99-110, XP002141588 IEEE INC. NEW YORK., US
ISSN: 0148-6411**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 169 747 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hochfrequenzfilter in koaxialer Bauweise nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein gattungsbildendes Hochfrequenzfilter kann aus einem oder mehreren Einzelresonatoren in Koaxialtechnik bestehen.

[0003] Derartige koaxial aufgebaute Hochfrequenzfilter werden in der Regel in funktechnischen Anlagen, beispielsweise im mobilen Funkbereich eingesetzt. Sie können dort z.B. in Basisstationen für den Mobilfunk verwendet werden, und zwar zur Selektion definierter Sende- und Empfangsbänder.

[0004] Aus der DE 21 36 728 A1 ist ein koaxialer Resonator bekannt, der ein zylinderförmiges mit einem Boden verschlossenes Gehäuse und ein Innenleiterrohr umfasst, welches koaxial zum Außenleiter sitzt. Das zylindrisch gefomte Innenleiterrohr nimmt einen zylindrischen Innenleiterabschnitt auf, der in dem Innenleiterrohr gleitet. Durch Verschiebungen des Endabschnitts dieses Innenleiterabschnittes gegenüber dem Innenleiterrohr wird eine Resonanzabstimmung bezüglich der jeweiligen Frequenz vorgenommen. Der Innenleiter ist dabei in Gestalt einer am Ende geschlossenen Hülse ausgebildet, die am oberen offenen Ende des Außenleiterrohrs im Bereich eines anzubringenden Deckels gehalten und verankert ist.

[0005] Auch GB 891 444 zeigt einen derartigen Resonator, wobei hier der Innenleiter nicht im Bereich eines Deckels gehalten und verankert ist.

[0006] Darüber hinaus ist auch ein weiteres Hochfrequenzfilter bekannt, welches zur Abstimmung des jeweils betreffenden Frequenzbandes ein Schraubelement verwendet, das am Deckel des von seiner Grundstruktur zylinderförmig aufgebauten Einzelresonators angeordnet ist, und durch Ein- und Ausdrehen unterschiedlich tief in den Innenleiter des koaxialen Einzelresonators eindringt. Auch dadurch erfolgt, wie bei der DE 21 36 728 eine Kapazitätsänderung des Resonators und in Folge der Kapazitätsänderung eine Frequenzänderung.

[0007] Schließlich ist grundsätzlich auch aus der EP 0 068 919 A1 ein Hochfrequenzresonator bekannt, der eine quer zur Resonatorlängsachse verlaufende Einstelleinrichtung aufweist, die von außen her durch die Wandung des Resonators hindurch unterschiedlich weit radial ein- und ausdrehbar ist. Im Inneren weist dazu diese Einstelleinrichtung einen quer zur Axialrichtung des Resonators verlaufenden Stift aus dielektrischem Material auf, so dass durch Verstellung der Einstelleinrichtung und Radialverlagerung des erwähnten Stiftes aus dielektrischem Material eine Kapazitäts- und Frequenzänderung durchführbar ist.

[0008] Die bisherigen Hochfrequenzfilter in der geschilderten koaxialen Bauweise weisen jedoch Nachteile auf.

[0009] Nachteilig an der erläuterten Abstimmungsausführung ist, dass Komponenten zur Abstimmung der Resonanzfrequenz die Homogenität der elektrisch leitenden Oberfläche im Filterinneren (beispielsweise Schleifkontakte, Lötstellen, Übergangsbereiche verschiedener Materialien etc.) beeinträchtigen und durch undefinierte Kontakte an den betreffenden Berührungsstellen eine nachteilige Veränderung des Frequenzverhaltens gegeben ist (Intermodulation).

[0010] Zudem erfordert die Abstimmungseinrichtung einen nicht zu vernachlässigenden Platzbedarf.

[0011] Als weiterer Nachteil ist anzumerken, dass eine Temperaturveränderung sich auf das Frequenzverhalten auswirkt.

[0012] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein demgegenüber verbessertes Hochfrequenzfilter in koaxialer Bauweise zu schaffen.

[0013] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß entsprechend den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0014] Die vorliegende Erfindung schafft mit einfachen Mitteln eine deutliche Verbesserung gegenüber herkömmlichen Hochfrequenzfiltern oder Koaxialfiltern.

[0015] Durch Verwendung eines dielektrischen Abstimmeelementes, welches in axialer Richtung in den Innenleiter des Koaxialfilters eintauchend in unterschiedlicher Höhenlage verstellbar ist, lässt sich eine problemlose Frequenzabstimmung vornehmen, ohne dass dadurch undefinierte Kontakte mit der Folge einer unerwünschten passiven Intermodulation entstehen können.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist dabei das aus einem dielektrischen Material bestehende und in den koaxialen Innenleiter eintauchende Abstimmeelement nicht wie im Stand der Technik am Deckel der Hochfrequenzfiltereinrichtung verankert. Bevorzugt erfolgt die Verankerung so, dass die resultierende Kapazität zwischen dem offenen Ende des Innenleiters und dem Gehäusedeckel bei einer Temperaturerhöhung abnimmt und damit eine frequenzbezogene Temperaturkompensation des Filters zur Folge hat.

[0017] Bevorzugt ist dabei, dass die elektrischen Abstimmeelemente im Innenleiter, vorzugsweise im Bereich des Bodens des Koaxialfilterelements, in unterschiedlicher Höhenlage verstellbar abgestützt sind, um die vorstehend erläuterte Temperaturkompensation zu ermöglichen.

[0018] Als besonders günstig hat sich dabei erwiesen, ein dielektrisches Material zu verwenden, was einen möglichst geringen thermischen Ausdehnungskoeffizient aufweist. Bevorzugt wird ein Material verwendet, welches einen negativen Temperaturkoeffizienten der Dielektrizitätskonstanten aufweist.

[0019] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen im einzelnen

Figur 1: einen schematischen axialen Querschnitt

durch ein erfindungsgemäßes Hochfrequenzfilter in Form eines Einzelresonators; und

Figur 2: einen schematischen Horizontalquerschnitt des Filters von Figur 1.

[0020] In Figur 1 und 2 ist im axialen Längsschnitt bzw. im Querschnitt dazu in schematischer Wiedergabe ein Einzelresonator in Koaxialtechnik gezeigt, der nachfolgend auch kurz als Koaxialresonator oder Koaxialfilter bezeichnet wird.

[0021] Dieser besteht aus einem Außenleiter 1, einem im gezeigten Ausführungsbeispiel konzentrisch oder koaxial dazu angeordneten Innenleiter 3 und einem Boden 5, über den der elektrisch leitende Außenleiter 1 und der elektrisch leitende Innenleiter 3 elektrisch miteinander in Verbindung stehen.

[0022] Im Inneren des Innenleiters 3 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel im Bodenbereich ein Einstellelement 7 vorgesehen, welches im gezeigten Ausführungsbeispiel aus einem Gewindeteller oder -topf 7' besteht. Dieser Gewindeteller oder Gewindetopf 7' weist in seinem Außenumfang ein Außengewinde 9 auf, welches mit einem entsprechenden Innengewinde 11 in Eingriff steht, welches zumindest in einer ausreichenden Axiallänge an der Innenseite des Innenleiters 3 und/oder an der Innenseite einer axial dazu im Boden 5 vorgesehenen Ausnehmung 13 vorgesehen ist. Im gezeigten Ausführungsbeispiel hat der Gewindeteller- oder -topf 7' einen Verdreh- oder Mitnahmeansatz 15, im gezeigten Ausführungsbeispiel in der Form eines Schlitzes, um hier beispielsweise mittels eines Schraubenziehers eine Verdrehung des Einstellelementes 7 und damit eine axiale Verlagerung desselben bezüglich des Innenleiters vorzunehmen.

[0023] Auf diesem Einstellelement 7 ist ein stiftförmiges Eintauch- oder Abstimmelement 17 feststehend angeordnet, welches im gezeigten Ausführungsbeispiel stift- oder zylinderförmig ausgestaltet ist. Die Länge, der Durchmesser, die Dielektrizitätskonstante und der Befestigungspunkt des dielektrischen Abstimmelementes oder Zylinders 17 sind dabei so gewählt, dass darüber die gewünschte Resonanzfrequenz im gewünschten Frequenzbereich eingestellt werden kann.

[0024] Einstellung und Abstimmung der Frequenz erfolgt nun durch Verdrehung des Einstellelementes 7, wodurch das Einstellelement 7 mit dem dielektrischen Abstimmelement 17 im Inneren des Innenleiters 3 in unterschiedlicher Axialhöhe relativ zum Innenleiter 3 entsprechend der Doppelpfeildarstellung 21 eingestellt werden kann.

[0025] Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist ersichtlich, dass das obere Ende des Innenleiters 3 bezogen auf die Höhe des Außenleiters 1 etwa 10 bis 20% der axialen Länge des Außenleiters unterhalb des oberen Randes 23 des Außenleiters 1 und damit unterhalb des elektrisch leitenden Deckels 25 zum Liegen kommt. Das

dielektrische Abstimmelement 17 steht dabei beispielsweise in geringem Maße über den oberen Rand 27 des Innenleiters 3 über.

[0026] Durch Verdrehung des Einstellelementes 7 und damit der Lageveränderung des Einstellelementes 17 kann die Kapazität zwischen dem offenen Ende des Innenleiters und dem Gehäusedeckel und damit die Resonanzfrequenz verändert und optimal eingestellt und abgestimmt werden.

[0027] Wie aus dem gezeigten Ausführungsbeispiel auch ersichtlich ist, berührt das dielektrische Abstimmelement 17 den Innenleiter 3 selbst nicht. Sofern die Befestigung des Abstimmelementes nur über das Einstellelement 7 über den dort vorgesehenen Gewindeeingriff erfolgt, der im gezeigten Ausführungsbeispiel im unteren Bereich des Innenleiters 3, bevorzugt sogar nur im Bodenbereich oder in dem daran angrenzenden Bereich des Innenleiters 3 erfolgt, werden keine undefinierten, das Kapazitäts- und damit das Frequenzverhalten nachteilig beeinträchtigende undefinierte Kontakte an den Berührungsstellen geschaffen.

[0028] Der gezeigte Aufbau weist aber noch einen weiteren wesentlichen Vorteil auf, da eine Temperaturkompensation möglich ist.

[0029] Dazu wird ein dielektrisches Abstimmelement mit einem Ausdehnungs-Temperaturkoeffizient gewählt, der kleiner ist als der Temperaturkoeffizient des Außen- und/oder Innenleiters 1, 3 des Koaxialfilters. Bei einer Temperaturerhöhung wird dabei der Innen- und Außenleiter länger, und zwar in einem stärkeren Maße, als sich die Länge des dielektrischen Abstimmelementes ändert. Dabei nimmt die resultierende Kapazität zwischen dem offenen Ende des Innenleiters an dem Gehäusedeckel bei einer Temperaturerhöhung ab, da sich nämlich das dielektrische Abstimmelement 17 nicht im gleichen Maße im Sinne einer Längenvergrößerung ausdehnt, wie der Innen- und/oder Außenleiter, mit der Folge, dass sich die durch die stärkere Längenvergrößerung des Innen- und/oder Außenleiters an sich ergebende Frequenzerniedrigung durch die gleichzeitig bewirkte Kapazitätserniedrigung kompensiert werden kann. Dieses Verhalten kann durchaus durch Auswahl eines geeigneten dielektrischen Materials für das Abstimmelement 17 optimiert werden. Besonders geeignet sind dazu dielektrische Materialien bestehend aus Keramik. Dabei eignen sich Materialien, die einen sehr niedrigen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen sowie einen niedrigen Temperaturkoeffizienten der relativen Dielektrizitätskonstanten.

Patentansprüche

1. Hochfrequenzfilter in koaxialer Bauweise, bestehend aus einem oder mehreren Resonatoren, die folgende Merkmale aufweisen:
 - mit einem elektrisch leitenden Außenleiter (1),

- mit einem elektrisch leitenden Innenleiter (3), der als Innenleiterrohr gestaltet ist,
- mit einem den Außen- und Innenleiter (1, 3) elektrisch verbindenden Boden (5),
- mit einem das Hochfrequenzfilter gegenüber vom Boden (5) abdeckenden Gehäusedeckel (25),
- mit einem Einstellelement (7), welches ein die Resonanzfrequenz veränderndes Eintauch- oder Abstimmeelement (17) umfaßt, welches bezogen auf den Innenleiter (3) im Innenleiterrohr in unterschiedlicher Axial- oder Höhenlage in axialer Richtung eintauchend oder in diesem befindlich angeordnet ist,
- und das Eintauch- oder Abstimmeelement (17) ist an einer Abstützstelle abgestützt, die zum Gehäusedeckel (25) versetzt liegt,

gekennzeichnet durch die folgenden weiteren Merkmale:

- das Eintauch- oder Abstimmeelement (17) besteht aus dielektrischem Material.
2. Hochfrequenzfilter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Eintauch- oder Abstimmeelement (17) an einer im Inneren des Innenleiters (3) und/oder im Bereich einer Ausnehmung (13) des Bodens (5) gehalten und abgestützt ist.
 3. Hochfrequenzfilter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einstellelement (7) einen Gewindeteller oder -topf (7') aufweist, welcher mit einem Außengewinde (9) versehen ist, worüber das Einstellelement (7) mit einem Innengewinde (11) im Inneren des Innenleiters (3) und/oder der Ausnehmung (13) des Bodens (5) verbunden und gehalten ist.
 4. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem Einstellelement (7) das elektrische Eintauch- oder Abstimmeelement (17) angeordnet und mit dem Einstellelement (7) mit verstellbar befestigt ist.
 5. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das dielektrische Eintauchoder Abstimmeelement (17) zumindest in geringem Maße über den oberen Rand (27) des Innenleiters (3) übersteht oder unterhalb davon endet.
 6. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der thermische Ausdehnungskoeffizient des dielektrischen Eintauch- oder Abstimmeelementes (17) von dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Innen- oder Außenleiters (3, 1) abweicht.

7. Hochfrequenzfilter nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der thermische Ausdehnungskoeffizient des dielektrischen Eintauch- oder Abstimmeelementes (17) kleiner ist als der thermische Ausdehnungskoeffizient des Innen- oder Außenleiters (3,1).
8. Hochfrequenzfilter nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Temperaturkoeffizient der Dielektrizitätskonstanten des Eintauch- oder Abstimmeelementes (17) negativ ist.
9. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das dielektrische Eintauchoder Abstimmeelement (17) aus einem keramischen Material besteht.
10. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das dielektrische Eintauchoder Abstimmeelement (17) aus einer Aluminiumoxid-Keramik, insbesondere einer Al_2O_3 -Keramik besteht.
11. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 2 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gewindeteller oder -topf (7') aus Metall besteht.

Claims

1. High-frequency filter of coaxial design, comprising one or more resonators, which have the following features:

- having an electrically conductive external conductor (1)
- having an electrically conductive internal conductor (3), which is configured as an internal conductive tube,
- having a base (5) connecting the external and internal conductors (1, 3) electrically,
- having a housing cover (25) opposite the base (5) and covering the high-frequency filter,
- having an adjusting element (7) which comprises a plunger or tuning element (17) which changes the resonant frequency and which, based on the internal conductor (3), is arranged in the internal conductive tube such that it plunges in the axial direction in a different axial or height position or is located in the latter,
- and the plunger or tuning element (17) is supported at a support point which is located so as to be offset with respect to the housing cover (25),

characterized by the following further features:

- the plunger or tuning element (17) consists of dielectric material.
- 2. High-frequency filter according to Claim 1, **characterized in that** the plunger or tuning element (17) is held and supported on a recess (13) in the interior of the internal conductor (3) and/or in the area of a recess (13) in the base (5).
- 3. High-frequency filter according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the adjusting element (7) has a threaded plate or pot (7') which is provided with an external thread (9), by means of which the adjusting element (7) is connected to and held by an internal thread (11) in the interior of the internal conductor (3) and/or the recess (13) in the base (5).
- 4. High-frequency filter according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the electrical plunger or tuning element (17) is arranged on the adjusting element (7) and is fixed to the adjusting element (7) so as to be adjustable with it.
- 5. High-frequency filter according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the dielectric plunger or tuning element (17) projects, at least to a slight extent, beyond the upper rim (27) of the internal conductor (3) or ends underneath the latter.
- 6. High-frequency filter according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the coefficient of thermal expansion of the dielectric plunger or tuning element (17) differs from the coefficient of thermal expansion of the internal or external conductor (3, 1).
- 7. High-frequency filter according to Claim 6, **characterized in that** the coefficient of thermal expansion of the dielectric plunger or tuning element (17) is lower than the coefficient of thermal expansion of the internal or external conductor (3, 1).
- 8. High-frequency filter according to Claim 6 or 7, **characterized in that** the temperature coefficient of the dielectric constant of the plunger or tuning element (17) is negative.
- 9. High-frequency filter according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the dielectric plunger or tuning element (17) consists of a ceramic material.
- 10. High-frequency filter according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the dielectric plunger or tuning element (17) consists of an aluminium oxide ceramic, in particular an Al_2O_3 ceramic.
- 11. High-frequency filter according to one of Claims 2 to 10, **characterized in that** the threaded plate or pot (7') consists of metal.

Revendications

1. Filtre à hautes fréquences à structure coaxiale, constitué d'un ou plusieurs résonateurs qui présentent les éléments suivants :
 - un conducteur extérieur (1) conducteur de l'électricité,
 - un conducteur intérieur (2) conducteur de l'électricité et réalisé sous forme de tube conducteur intérieur,
 - un fond (5) qui relie électriquement le conducteur extérieur et le tube conducteur intérieur (1, 3),
 - un couvercle (25) qui recouvre le filtre à hautes fréquences à l'opposé du fond (5),
 - un élément de réglage (7) qui comprend un élément d'immersion ou d'accord (17) modifiable qui est agencé à une position axiale ou en hauteur différente, en relation au conducteur intérieur (3), dans le tube conducteur intérieur par plongée en direction axiale dans celui-ci, et
 - l'élément d'immersion ou d'accord (17) est soutenu en un emplacement de soutien décalé en direction du couvercle (25),**caractérisé en ce que** l'élément d'immersion ou d'accord (17) est réalisé en matériau diélectrique.
2. Filtre à hautes fréquences selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément d'immersion ou d'accord (17) est maintenu et soutenu à l'intérieur du conducteur intérieur (3) et/ou dans la région d'un évidement du fond (5).
3. Filtre à hautes fréquences selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** l'élément de réglage (7) comporte une plaque ou une coupelle (7') à pas de vis, pourvue d'un filetage (9) au moyen duquel l'élément de réglage (7) est relié et maintenu à un taraudage (11) à l'intérieur du conducteur intérieur (3) et/ou à l'évidement (13) du fond (5).
4. Filtre à hautes fréquences selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'élément d'immersion ou d'accord diélectrique (17) est fixé en étant agencé sur l'élément de réglage (7), et déplaçable conjointement avec l'élément de réglage (7).
5. Filtre à hautes fréquences selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'élément d'immersion ou d'accord diélectrique (17) dépasse au moins dans une faible mesure au-delà de la bordure supérieure (27) du conducteur intérieur (3) ou se termine au-dessous de celle-ci.
6. Filtre à hautes fréquences selon l'une des revendi-

cations 1 à 5, **caractérisé en ce que** le coefficient de dilatation thermique de l'élément d'immersion ou d'accord diélectrique (17) diffère du coefficient de dilatation thermique du conducteur intérieur ou du conducteur extérieur (3, 1).

5

7. Filtre à hautes fréquences selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le coefficient de dilatation thermique de l'élément d'immersion ou d'accord diélectrique (17) est inférieur au coefficient de dilatation thermique du conducteur intérieur ou du conducteur extérieur (3, 1).
8. Filtre à hautes fréquences selon l'une ou l'autre des revendications 6 et 7, **caractérisé en ce que** le coefficient de température de la constante diélectrique de l'élément d'immersion ou d'accord (17) est négatif.
9. Filtre à hautes fréquences selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'élément d'immersion ou d'accord diélectrique (17) est en matériau céramique.
10. Filtre à hautes fréquences selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** l'élément d'immersion ou d'accord diélectrique (17) est formé en céramique à base d'oxyde d'aluminium, en particulier une céramique Al_2O_3 .
11. Filtre à hautes fréquences selon l'une des revendications 2 à 10, **caractérisé en ce que** la plaque ou la coupelle à pas de vis (7') est en métal.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

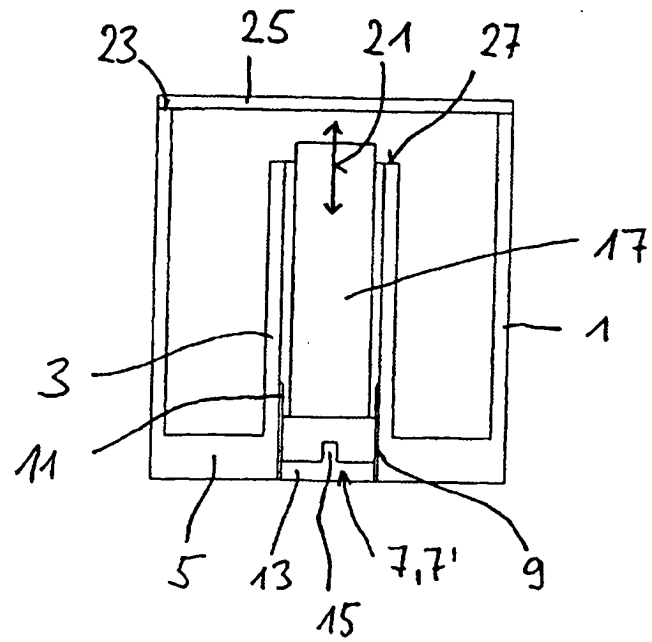


Fig. 1

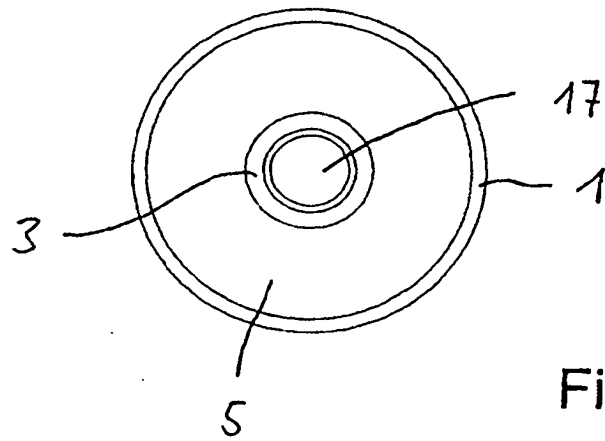


Fig. 2